Dimensionamento di Camino asservito a più caldaie in cascata

Progettazione e verifica secondo UNI EN 13384-2

EDIFICIO	***Condominio Excelsior***
INDIRIZZO	***via Mazzini, 23 - Borgomanero (NO)***
DESCRIZIONE	***Rifacimento centrale termica***
COMMITTENTE	***Immobiliare estense***
INDIRIZZO	***corso Italia, 61 - Milano (MI)***
DATA	***04/04/2013***

Rif. ***Esempio caldaie in cascata.E33***
Software di calcolo EDILCLIMA – EC731 versione 4.0.0

EDILCLIMA S.r.l.
Via Vivaldi, 7 - 28021 BORGOMANERO (NO)

DATI AMBIENTE INSTALLAZIONE

Dati località

Località		***BORGOMANERO (NO)***	
Altitudine s.l.m.	H_{slm}	***307***	m
Temperatura aria esterna massima	T_{Lmax}	***15***	°C
Temperatura aria esterna minima	T_{Lmin}	***-6***	°C

Dati condotti

Numero generatori	***3***
Tipo funzionamento camino	***Camino in pressione***
Tipo funzionamento sistema	***umido***

Adduzione aria

Coefficiente di sicurezza	S_E	***1,2***	
Fattore incostanza temperatura	S_H	***0,5***	
Pressione del vento	P_L	***0***	Pa

Tipo apertura aria comburente		***Installazione all'aria aperta***	
Lunghezza	L_B	***-***	m
Diametro idraulico	D_{hB}	***-***	mm
Rugosità	r_B	***-***	mm
Accidentalità	Z_B	***-***	
Resistenza aria comburente	P_B	***0,8***	Pa

DATI GENERATORI

Caratteristiche generatori

	Generatore 1	Generatore 2	Generatore 3
Marca	VAILLANT	VAILLANT	VAILLANT
Modello	VKK ecoVIT exclusive - VKK366/2	VKK ecoVIT exclusive - VKK366/2	VKK ecoVIT exclusive - VKK366/2
Combustione	Forzata	Forzata	Forzata
Tipo potenza	Modulante	Modulante	Modulante
Combustibile	Metano	Metano	Metano
Condensazione	SI	SI	SI
D_W [mm]	80	80	80
T_C [°C]	20	20	20
K_F [%]	-	-	-

Caratteristiche fumi

	Generatore 1	Generatore 2	Generatore 3
$Q_{F,max}$ [kW]	34,80	34,80	34,80
$Q_{F,min}$ [kW]	7,00	7,00	7,00
$P_{Fpr,max}$ [%]	2,5	2,5	2,5
$P_{Fpr,min}$ [%]	4,0	4,0	4,0
$\%CO_{2,max}$ [%]	8,0	8,0	8,0
$\%CO_{2,min}$ [%]	8,0	8,0	8,0
$T_{W,max}$ [°C]	75,0	75,0	75,0
$T_{W,min}$ [°C]	42,0	42,0	42,0
$m_{W,max}$ [kg/s]	0,01580	0,01580	0,01580
$m_{W,min}$ [kg/s]	0,00530	0,00530	0,00530
$P_{WO, max\ pot}$ [Pa]	100	100	100
$P_{WO, min\ pot}$ [Pa]	100	100	100
$P_{WOmin, max\ pot}$ [Pa]	-	-	-
$P_{WOmin, min\ pot}$ [Pa]	-	-	-
P_{WG} [Pa]	250	250	250
Ecc_{max} [%]	41,7	41,7	41,7
Ecc_{min} [%]	41,7	41,7	41,7

Coefficienti calcolo pressioni a potenza massima

	Generatore 1	Generatore 2	Generatore 3
C_0	*250*	*250*	*250*
C_1	*0*	*0*	*0*
C_2	*-150*	*-150*	*-150*
C_3	*0*	*0*	*0*
C_4	*0*	*0*	*0*
Y_0	*75*	*75*	*75*
Y_1	*0*	*0*	*0*
Y_2	*0*	*0*	*0*

Coefficienti calcolo pressioni a potenza minima

	Generatore 1	Generatore 2	Generatore 3
C_0	*250*	*250*	*250*
C_1	*0*	*0*	*0*
C_2	*-150*	*-150*	*-150*
C_3	*0*	*0*	*0*
C_4	*0*	*0*	*0*
Y_0	*42*	*42*	*42*
Y_1	*0*	*0*	*0*
Y_2	*0*	*0*	*0*

Coefficienti calcolo pressioni a generatore spento

	Generatore 1	Generatore 2	Generatore 3
C_0	*0*	*0*	*0*
C_1	*0*	*0*	*0*
C_2	*-1000000*	*-1000000*	*-1000000*
C_3	*0*	*0*	*0*
C_4	*0*	*0*	*0*
Y_0	*0*	*0*	*0*
Y_1	*0*	*0*	*0*
Y_2	*0*	*0*	*0*

Legenda:

D_W diametro di attacco dello scarico dei prodotti della combustione espresso in mm
T_C temperatura dell'aria comburente espressa in °C
K_F fattore di conversione di SO_2 in SO_3 espressa in %
Q_F potenza termica al focolare espressa in kW
P_{Fpr} perdita di combustione di progetto espressa in %
$\%CO_2$ concentrazione in volume di CO_2 espressa in %
T_W temperatura di uscita dei prodotti della combustione espressa in °C
m_W portata massica dei prodotti della combustione espressa in kg/s
P_W tiraggio minimo per il generatore di calore espressa in Pa
P_{WO} pressione differenziale massima del generatore di calore espressa in Pa
P_{Wmax} tiraggio massimo per il generatore di calore espressa in Pa
P_{WOmin} pressione differenziale minima del generatore di calore espressa in Pa
P_{WG} differenza di pressione generata dal ventilatore espressa in Pa
Ecc eccesso d'aria espresso in %
B_0, B_1, B_2, B_3, B_4 coefficienti necessari alla determinazione del tiraggio minimo calcolato
C_0, C_1, C_2, C_3, C_4 coefficienti necessari alla determinazione della pressione differenziale massima calcolata
Y_0, Y_1, Y_2 coefficienti necessari alla determinazione della temperatura dei fumi calcolata all'uscita del generatore di calore

DATI CONDOTTI

Caratteristiche canale da fumo

	Generatore 1	Generatore 2	Generatore 3
Marca	Sabiana	Sabiana	Sabiana
Serie	Inoxmono	Inoxmono	Inoxmono
Forma	Circolare	Circolare	Circolare
D_{1W} [mm]	80	80	80
$\%ub_v$ [%]	100	100	100
$\%uh_v$ [%]	0	0	0
$\%uu_v$ [%]	0	0	0
$\%ul_v$ [%]	0	0	0
Materiale	Acciaio inox monoparete	Acciaio inox monoparete	Acciaio inox monoparete
R_{TV} [m²K/W]	0,00003	0,00003	0,00003
S_{PV} [mm]	0,5	0,5	0,5
r_V [mm]	1	1	1
L_V [m]	1	1	1
H_V [m]	0,6	0,6	0,6
Z_V	0,65	0,65	0,65
$P_{ZV, ecc}$ [Pa]	40	40	40

Caratteristiche segmento collettore

	Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3
Marca	Sabiana	Sabiana	Sabiana
Serie	Inoxmono	Inoxmono	Inoxmono
Forma	Circolare	Circolare	Circolare
D_{1C} [mm]	120	120	120
$\%ub_C$ [%]	100	100	100
$\%uh_C$ [%]	0	0	0
$\%uu_C$ [%]	0	0	0
$\%ul_C$ [%]	0	0	0
Materiale	Acciaio inox monoparete	Acciaio inox monoparete	Acciaio inox monoparete
R_{TC} [m²K/W]	0,00003	0,00003	0,00003
S_{PC} [mm]	0,5	0,5	0,5
r_C [mm]	1	1	1
L_C [m]	1	1	1
H_C [m]	0,3	0,3	0,3
Z_C	0	0	0
$P_{ZC, ecc}$ [Pa]	40	40	40

Caratteristiche condotto fumi e comignolo

CONDOTTO FUMI	
Marca	*Sabiana*
Serie	*Inoxmono*
Forma	*Circolare*
D_1 [mm]	*200*
%ub [%]	*10*
%uh [%]	*60*
%uu [%]	*0*
%ul [%]	*30*
Materiale	*Acciaio inox monoparete*
R_T [m²K/W]	*0,24858*
S_P [mm]	*115,5*
r [mm]	*1*
L [m]	*16*
H [m]	*16*
Z	*1*
$P_{z,ecc}$ [Pa]	*40*

COMIGNOLO	
Marca	
Serie	
Forma	*Circolare*
D_1 [mm]	*200*
%ub [%]	*0*
%uh [%]	*0*
%uu [%]	*0*
%ul [%]	*100*
Materiale	*Acciaio inox monoparete*
R_T [m²K/W]	*0,26011*
S_P [mm]	*115,5*
r [mm]	*1*
L [m]	*1*
H [m]	*1*
Z	*1*
$P_{z,ecc}$ [Pa]	*40*

Legenda:

D dimensioni del condotto espresso in mm
%ub percentuale di esposizione del condotto rispetto al locale caldaia espressa in %
%uh percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni riscaldati espressa in %
%uu percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni non riscaldati espressa in %
%ul percentuale di esposizione del condotto rispetto all’esterno dell’edificio espressa in %
R_T resistenza termica media del condotto espressa in m² K / W
S_P spessore medio del condotto espresso in mm
r valore medio di rugosità della parete interna del condotto espressa in mm
L lunghezza del condotto espressa in m
H altezza efficace del condotto espressa in m
Z somma dei coefficienti di resistenza al flusso
P_{Zecc} pressione massima ammissibile dal condotto espressa in Pa

RISULTATI DI CALCOLO

Legenda condizioni di lavoro ipotizzate con temperatura esterna massima

CASO A: tutti gli apparecchi accesi alla potenza massima
CASO B: tutti gli apparecchi accesi alla potenza minima
CASO C: apparecchio più vicino al camino acceso alla massima potenza
CASO D: apparecchio più vicino al camino acceso alla minima potenza
CASO E: apparecchio più lontano dal camino acceso alla massima potenza
CASO F: apparecchio più lontano dal camino acceso alla minima potenza

Legenda condizioni di lavoro ipotizzate con temperatura esterna minima

CASO G: tutti gli apparecchi accesi alla potenza minima

Nota:
In tutte le configurazioni elencate devono essere soddisfatti i requisiti relativi alla pressione (alcuni determinati in condizioni di temperatura esterna massima e altri con temperatura esterna minima)i requisiti di temperatura (in condizioni di temperatura esterna minima) e il requisito di portata massica.

Calcolo variabili preliminari

Descrizione	Simbolo	Temperatura esterna massima	Temperatura esterna minima	Unità misura
Costante di gas dell’aria	R_L	***288***	***288***	J/(kgK)
Pressione aria esterna	p_L	***93546,4***	***93280,2***	Pa
Massa volumica aria esterna	ρ_L	***1,127***	***1,212***	kg/m³

CASO A – tutti gli apparecchi accesi alla potenza massima

Caratteristiche canale da fumo

	Generatore 1	Generatore 2	Generatore 3
m_{Wc} [kg/s]	*0,01891*	*0,01908*	*0,01956*
R_V [J/(kgK)]	*288,38*	*288,37*	*288,36*
η_V [(N·s)/m²]	*0,000018*	*0,000018*	*0,000018*
λ_V [W/(mK)]	*0,027*	*0,027*	*0,027*
C_{PV} [J/(kgK)]	*1073,79*	*1073,27*	*1071,90*
ρ_{mV} [kg/m³]	*0,941*	*0,941*	*0,941*
W_{mV} [m/s]	*4,000*	*4,037*	*4,137*
Pr_V [-]	*0,7*	*0,7*	*0,7*
Re_V [-]	*16490*	*16640*	*17049*
Ψ_V [-]	*0,044*	*0,044*	*0,044*
$\Psi_{V,liscio}$ [-]	*0,027*	*0,027*	*0,027*
Nu_V [-]	*69,68*	*70,28*	*71,90*
α_{iV} [W/(m²K)]	*23,48*	*23,68*	*24,23*
α_{aV} [W/(m²K)]	*8,00*	*8,00*	*8,00*
k_V [W/(m²K)]	*9,58*	*9,62*	*9,71*
K_V [-]	*0,12*	*0,12*	*0,12*
T_{eV} [°C]	*75,0*	*75,0*	*75,0*
T_{mV} [°C]	*71,6*	*71,6*	*71,6*
T_{oV} [°C]	*68,3*	*68,3*	*68,4*
T_{sp} [°C]	*47,1*	*47,0*	*46,6*
P_{WOc} [Pa]	*35,1*	*31,2*	*20,2*
P_{HV} [Pa]	*1,1*	*1,1*	*1,1*
P_{GV} [Pa]	*-6,1*	*-1,8*	*5,3*
P_{RV} [Pa]	*12,6*	*18,2*	*25,4*

Caratteristiche collettore fumi

	Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3
m_{WC} [kg/s]	0,01891	0,03800	0,05755
R_C [J/(kgK)]	288,38	288,38	288,37
η_C [(N·s)/m²]	0,000018	0,000018	0,000018
λ_C [W/(mK)]	0,027	0,026	0,026
C_{PC} [J/(kgK)]	1072,74	1072,16	1071,43
ρ_{mC} [kg/m³]	0,958	0,964	0,967
W_{mC} [m/s]	1,745	3,487	5,264
Pr_C [-]	0,7	0,7	0,7
Re_C [-]	11164	22538	34232
Ψ_C [-]	0,041	0,038	0,038
$\Psi_{C,liscio}$ [-]	0,030	0,025	0,023
Nu_C [-]	46,91	91,23	135,27
α_{iC} [W/(m²K)]	10,38	20,08	29,70
α_{aC} [W/(m²K)]	8,00	8,00	8,00
k_C [W/(m²K)]	6,31	8,95	10,45
K_C [-]	0,12	0,08	0,06
T_{eC} [°C]	68,3	65,4	63,8
T_{mC} [°C]	65,3	63,3	62,2
T_{oC} [°C]	62,4	61,4	60,7
T_{sp} [°C]	47,1	47,1	46,9
P_{HC} [Pa]	0,5	0,5	0,5
P_{GC} [Pa]	4,4	7,5	-11,7
P_{RC} [Pa]	10,1	18,7	6,4

Caratteristiche condotto fumi e comignolo

CONDOTTO FUMI	
m_W [kg/s]	*0,05755*
R [J/(kgK)]	*288,37*
η [(N·s)/m²]	*0,000017*
λ [W/(mK)]	*0,025*
C_P [J/(kgK)]	*1,007*
$ρ_m$ [kg/m³]	*1,820*
W_m [m/s]	*0,7*
P_r [-]	*21247*
R_e [-]	*0,034*
Ψ [-]	*0,026*
$Ψ_{liscio}$ [-]	*67,53*
Nu [-]	*67,53*
$α_i$ [W/(m²K)]	*8,60*
$α_a$ [W/(m²K)]	*12,50*
k [W/(m²K)]	*3,86*
K [-]	*0,63*
T_e [°C]	*60,7*
T_m [°C]	*49,0*
T_o [°C]	*39,4*
T_{sp} [°C]	*46,9*
P_H [Pa]	*18,8*
P_G [Pa]	*0,0*
P_R [Pa]	*7,5*

COMIGNOLO	
m_W [kg/s]	*0,05755*
R [J/(kgK)]	*288,37*
η [(N·s)/m²]	*0,000017*
λ [W/(mK)]	*0,025*
C_P [J/(kgK)]	*1,040*
$ρ_m$ [kg/m³]	*1,128*
W_m [m/s]	*0,7*
P_r [-]	*17461*
R_e [-]	*0,034*
Ψ [-]	*0,027*
$Ψ_{liscio}$ [-]	*72,55*
Nu [-]	*72,55*
$α_i$ [W/(m²K)]	*7,20*
$α_a$ [W/(m²K)]	*23,00*
k [W/(m²K)]	*3,57*
K [-]	*0,05*
T_e [°C]	*39,4*
T_m [°C]	*38,8*
T_o [°C]	*38,3*
T_{sp} [°C]	*46,9*
P_H [Pa]	*0,9*
P_G [Pa]	*0,0*
P_R [Pa]	*0,9*

Legenda:

D dimensioni del condotto espresso in mm
%ub percentuale di esposizione del condotto rispetto al locale caldaia espressa in %
%uh percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni riscaldati espressa in %
%uu percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni non riscaldati espressa in %
%ul percentuale di esposizione del condotto rispetto all'esterno dell'edificio espressa in %
R_T resistenza termica media del condotto espressa in m² K / W
S_P spessore medio del condotto espresso in mm
r valore medio di rugosità della parete interna del condotto espressa in mm
L lunghezza del condotto espressa in m
H altezza efficace del condotto espressa in m
Z somma dei coefficienti di resistenza al flusso
P_{Zecc} pressione massima ammissibile dal condotto espressa in Pa

CASO B – tutti gli apparecchi accesi alla potenza minima

Caratteristiche canale da fumo

	Generatore 1	Generatore 2	Generatore 3
m_{Wc} [kg/s]	*0,00683*	*0,00684*	*0,00686*
R_V [J/(kgK)]	*288,35*	*288,35*	*288,35*
η_V [(N·s)/m²]	*0,000017*	*0,000017*	*0,000017*
λ_V [W/(mK)]	*0,025*	*0,025*	*0,025*
C_{PV} [J/(kgK)]	*1064,65*	*1064,62*	*1064,49*
ρ_{mV} [kg/m³]	*1,038*	*1,038*	*1,038*
W_{mV} [m/s]	*1,311*	*1,312*	*1,315*
Pr_V [-]	*0,7*	*0,7*	*0,7*
Re_V [-]	*6468*	*6472*	*6488*
Ψ_V [-]	*0,048*	*0,048*	*0,048*
$\Psi_{V,liscio}$ [-]	*0,035*	*0,035*	*0,035*
Nu_V [-]	*28,00*	*28,02*	*28,08*
α_{iV} [W/(m²K)]	*8,70*	*8,71*	*8,73*
α_{aV} [W/(m²K)]	*8,00*	*8,00*	*8,00*
k_V [W/(m²K)]	*5,66*	*5,66*	*5,67*
K_V [-]	*0,20*	*0,20*	*0,20*
T_{eV} [°C]	*42,0*	*42,0*	*42,0*
T_{mV} [°C]	*39,5*	*39,5*	*39,5*
T_{oV} [°C]	*37,2*	*37,2*	*37,2*
T_{sp} [°C]	*45,9*	*45,8*	*45,8*
P_{WOc} [Pa]	*0,5*	*0,2*	*-1,0*
P_{HV} [Pa]	*0,5*	*0,5*	*0,5*
P_{GV} [Pa]	*-0,7*	*-0,2*	*0,7*
P_{RV} [Pa]	*1,5*	*2,2*	*2,9*

Caratteristiche collettore fumi

	Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3
m_{WC} [kg/s]	0,00683	0,01367	0,02053
R_C [J/(kgK)]	288,35	288,35	288,35
η_C [(N·s)/m²]	0,000017	0,000017	0,000017
λ_C [W/(mK)]	0,025	0,025	0,024
C_{PC} [J/(kgK)]	1064,05	1063,85	1063,67
ρ_{mC} [kg/m³]	1,051	1,056	1,059
W_{mC} [m/s]	0,575	1,146	1,716
Pr_C [-]	0,7	0,7	0,7
Re_C [-]	4360	8753	13174
Ψ_C [-]	0,047	0,042	0,040
$\Psi_{C,liscio}$ [-]	0,039	0,032	0,029
Nu_C [-]	18,89	37,05	54,67
α_{iC} [W/(m²K)]	4,00	7,57	11,15
α_{aC} [W/(m²K)]	8,00	8,00	8,00
k_C [W/(m²K)]	3,21	5,15	6,59
K_C [-]	0,17	0,13	0,11
T_{eC} [°C]	37,2	35,5	34,4
T_{mC} [°C]	35,5	34,2	33,3
T_{oC} [°C]	33,8	32,9	32,3
T_{sp} [°C]	45,9	45,8	45,8
P_{HC} [Pa]	0,2	0,2	0,2
P_{GC} [Pa]	0,5	0,9	-1,4
P_{RC} [Pa]	1,2	2,2	0,8

Caratteristiche condotto fumi e comignolo

CONDOTTO FUMI	
m_W [kg/s]	*0,02053*
R [J/(kgK)]	*288,35*
η [(N·s)/m²]	*0,000016*
λ [W/(mK)]	*0,024*
C_P [J/(kgK)]	*1,087*
ρ_m [kg/m³]	*0,601*
W_m [m/s]	*0,7*
P_r [-]	*8086*
R_e [-]	*0,039*
Ψ [-]	*0,033*
Ψ_{liscio} [-]	*27,46*
Nu [-]	*27,46*
α_i [W/(m²K)]	*4,00*
α_a [W/(m²K)]	*12,50*
k [W/(m²K)]	*2,55*
K [-]	*1,17*
T_e [°C]	*32,3*
T_m [°C]	*25,2*
T_o [°C]	*20,4*
T_{sp} [°C]	*45,8*
P_H [Pa]	*6,2*
P_G [Pa]	*0,0*
P_R [Pa]	*1,0*

COMIGNOLO	
m_W [kg/s]	*0,02053*
R [J/(kgK)]	*288,35*
η [(N·s)/m²]	*0,000016*
λ [W/(mK)]	*0,024*
C_P [J/(kgK)]	*1,106*
ρ_m [kg/m³]	*0,378*
W_m [m/s]	*0,7*
P_r [-]	*6564*
R_e [-]	*0,039*
Ψ [-]	*0,035*
Ψ_{liscio} [-]	*29,38*
Nu [-]	*29,38*
α_i [W/(m²K)]	*4,00*
α_a [W/(m²K)]	*23,00*
k [W/(m²K)]	*2,56*
K [-]	*0,09*
T_e [°C]	*20,4*
T_m [°C]	*20,1*
T_o [°C]	*19,9*
T_{sp} [°C]	*45,8*
P_H [Pa]	*0,2*
P_G [Pa]	*0,0*
P_R [Pa]	*0,1*

Legenda:

D dimensioni del condotto espresso in mm
%ub percentuale di esposizione del condotto rispetto al locale caldaia espressa in %
%uh percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni riscaldati espressa in %
%uu percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni non riscaldati espressa in %
%ul percentuale di esposizione del condotto rispetto all'esterno dell'edificio espressa in %
R_T resistenza termica media del condotto espressa in m² K / W
S_P spessore medio del condotto espresso in mm
r valore medio di rugosità della parete interna del condotto espressa in mm
L lunghezza del condotto espressa in m
H altezza efficace del condotto espressa in m
Z somma dei coefficienti di resistenza al flusso
P_{Zecc} pressione massima ammissibile dal condotto espressa in Pa

CASO C – apparecchio più vicino al camino acceso alla massima potenza

Caratteristiche canale da fumo

	Generatore 1	Generatore 2	Generatore 3
m_{Wc} [kg/s]	*0,00001*	*0,00005*	*0,02040*
R_V [J/(kgK)]	*288,00*	*288,00*	*288,35*
η_V [(N·s)/m²]	*0,000016*	*0,000016*	*0,000018*
λ_V [W/(mK)]	*0,023*	*0,023*	*0,027*
C_{PV} [J/(kgK)]	*1005,00*	*1005,00*	*1069,60*
ρ_{mV} [kg/m³]	*1,128*	*1,131*	*0,941*
W_{mV} [m/s]	*0,002*	*0,009*	*4,317*
Pr_V [-]	*0,7*	*0,7*	*0,7*
Re_V [-]	*2300*	*2300*	*17784*
Ψ_V [-]	*0,057*	*0,057*	*0,044*
$\Psi_{V,liscio}$ [-]	*0,047*	*0,047*	*0,027*
Nu_V [-]	*9,53*	*9,53*	*74,81*
α_{iV} [W/(m²K)]	*4,00*	*4,00*	*25,21*
α_{aV} [W/(m²K)]	*8,00*	*8,00*	*8,00*
k_V [W/(m²K)]	*3,21*	*3,21*	*9,86*
K_V [-]	*80,18*	*15,17*	*0,11*
T_{eV} [°C]	*0,0*	*0,0*	*75,0*
T_{mV} [°C]	*14,8*	*14,0*	*71,7*
T_{oV} [°C]	*15,0*	*15,0*	*68,6*
T_{sp} [°C]	*8,3*	*8,3*	*45,8*
P_{WOc} [Pa]	*-0,4*	*-11,2*	*-0,1*
P_{HV} [Pa]	*0,0*	*0,0*	*1,1*
P_{GV} [Pa]	*0,0*	*0,0*	*-7,1*
P_{RV} [Pa]	*0,0*	*0,0*	*14,6*

Caratteristiche collettore fumi

	Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3
m_{Wc} [kg/s]	*0,00001*	*0,00006*	*0,02047*
R_C [J/(kgK)]	*288,00*	*288,00*	*288,35*
η_C [(N·s)/m²]	*0,000016*	*0,000016*	*0,000018*
λ_C [W/(mK)]	*0,023*	*0,023*	*0,027*
C_{PC} [J/(kgK)]	*1012,17*	*1012,17*	*1068,43*
ρ_{mC} [kg/m³]	*1,127*	*1,127*	*0,958*
W_{mC} [m/s]	*0,001*	*0,005*	*1,890*
Pr_C [-]	*0,7*	*0,7*	*0,7*
Re_C [-]	*2300*	*2300*	*12075*
Ψ_C [-]	*0,054*	*0,054*	*0,041*
$\Psi_{C,liscio}$ [-]	*0,047*	*0,047*	*0,029*
Nu_C [-]	*9,66*	*9,66*	*50,45*
α_{iC} [W/(m²K)]	*4,00*	*4,00*	*11,17*
α_{aC} [W/(m²K)]	*8,00*	*8,00*	*8,00*
k_C [W/(m²K)]	*3,21*	*3,21*	*6,60*
K_C [-]	*119,32*	*18,99*	*0,11*
T_{eC} [°C]	*15,0*	*15,0*	*68,4*
T_{mC} [°C]	*15,0*	*15,0*	*65,5*
T_{oC} [°C]	*15,0*	*15,0*	*62,7*
T_{sp} [°C]	*8,3*	*8,3*	*45,8*
P_{HC} [Pa]	*0,0*	*0,0*	*0,5*
P_{GC} [Pa]	*0,0*	*1,7*	*-1,5*
P_{RC} [Pa]	*0,0*	*3,8*	*0,8*

Caratteristiche condotto fumi e comignolo

CONDOTTO FUMI	
m_W [kg/s]	*0,02047*
R [J/(kgK)]	*288,35*
η [(N·s)/m²]	*0,000017*
λ [W/(mK)]	*0,025*
C_P [J/(kgK)]	*1,026*
ρ_m [kg/m³]	*0,635*
W_m [m/s]	*0,7*
P_r [-]	*7673*
R_e [-]	*0,039*
Ψ [-]	*0,033*
Ψ_{liscio} [-]	*26,21*
Nu [-]	*26,21*
α_i [W/(m²K)]	*4,00*
α_a [W/(m²K)]	*12,50*
k [W/(m²K)]	*2,55*
K [-]	*1,17*
T_e [°C]	*62,7*
T_m [°C]	*43,1*
T_o [°C]	*29,8*
T_{sp} [°C]	*45,8*
P_H [Pa]	*15,9*
P_G [Pa]	*0,0*
P_R [Pa]	*1,0*

COMIGNOLO	
m_W [kg/s]	*0,02047*
R [J/(kgK)]	*288,35*
η [(N·s)/m²]	*0,000016*
λ [W/(mK)]	*0,024*
C_P [J/(kgK)]	*1,073*
ρ_m [kg/m³]	*0,389*
W_m [m/s]	*0,7*
P_r [-]	*6377*
R_e [-]	*0,040*
Ψ [-]	*0,035*
Ψ_{liscio} [-]	*28,66*
Nu [-]	*28,66*
α_i [W/(m²K)]	*4,00*
α_a [W/(m²K)]	*23,00*
k [W/(m²K)]	*2,56*
K [-]	*0,09*
T_e [°C]	*29,8*
T_m [°C]	*29,1*
T_o [°C]	*28,5*
T_{sp} [°C]	*45,8*
P_H [Pa]	*0,5*
P_G [Pa]	*0,0*
P_R [Pa]	*0,1*

Legenda:

D dimensioni del condotto espresso in mm
%ub percentuale di esposizione del condotto rispetto al locale caldaia espressa in %
%uh percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni riscaldati espressa in %
%uu percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni non riscaldati espressa in %
%ul percentuale di esposizione del condotto rispetto all’esterno dell’edificio espressa in %
R_T resistenza termica media del condotto espressa in m² K / W
S_P spessore medio del condotto espresso in mm
r valore medio di rugosità della parete interna del condotto espressa in mm
L lunghezza del condotto espressa in m
H altezza efficace del condotto espressa in m
Z somma dei coefficienti di resistenza al flusso
P_{Zecc} pressione massima ammissibile dal condotto espressa in Pa

CASO D – apparecchio più lontano dal camino acceso alla massima potenza

Caratteristiche canale da fumo

	Generatore 1	Generatore 2	Generatore 3
m_{Wc} [kg/s]	*0,02026*	*0,00001*	*0,00005*
R_V [J/(kgK)]	*288,35*	*288,00*	*288,00*
η_V [(N·s)/m²]	*0,000018*	*0,000016*	*0,000016*
λ_V [W/(mK)]	*0,027*	*0,023*	*0,023*
C_{PV} [J/(kgK)]	*1069,97*	*1005,00*	*1005,00*
ρ_{mV} [kg/m³]	*0,941*	*1,128*	*1,131*
W_{mV} [m/s]	*4,287*	*0,002*	*0,009*
Pr_V [-]	*0,7*	*0,7*	*0,7*
Re_V [-]	*17662*	*2300*	*2300*
Ψ_V [-]	*0,044*	*0,057*	*0,057*
$\Psi_{V,liscio}$ [-]	*0,027*	*0,047*	*0,047*
Nu_V [-]	*74,33*	*9,53*	*9,53*
α_{iV} [W/(m²K)]	*25,05*	*4,00*	*4,00*
α_{aV} [W/(m²K)]	*8,00*	*8,00*	*8,00*
k_V [W/(m²K)]	*9,84*	*3,21*	*3,21*
K_V [-]	*0,11*	*80,18*	*15,09*
T_{eV} [°C]	*75,0*	*0,0*	*0,0*
T_{mV} [°C]	*71,7*	*14,8*	*14,0*
T_{oV} [°C]	*68,5*	*15,0*	*15,0*
T_{sp} [°C]	*45,9*	*8,3*	*8,3*
P_{WOc} [Pa]	*3,3*	*-0,4*	*-11,3*
P_{HV} [Pa]	*1,1*	*0,0*	*0,0*
P_{GV} [Pa]	*-7,0*	*1,7*	*1,6*
P_{RV} [Pa]	*14,4*	*0,5*	*0,5*

Caratteristiche collettore fumi

	Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3
m_{Wc} [kg/s]	0,02026	0,02027	0,02033
R_C [J/(kgK)]	288,35	288,35	288,35
η_C [(N·s)/m²]	0,000018	0,000018	0,000018
λ_C [W/(mK)]	0,027	0,026	0,026
C_{PC} [J/(kgK)]	1068,98	1068,07	1067,16
ρ_{mC} [kg/m³]	0,958	0,973	0,988
W_{mC} [m/s]	1,872	1,842	1,820
Pr_C [-]	0,7	0,7	0,7
Re_C [-]	11952	12122	12308
Ψ_C [-]	0,041	0,040	0,040
$\Psi_{C,liscio}$ [-]	0,029	0,029	0,029
Nu_C [-]	49,98	50,63	51,35
α_{iC} [W/(m²K)]	11,06	11,06	11,08
α_{aC} [W/(m²K)]	8,00	8,00	8,00
k_C [W/(m²K)]	6,56	6,56	6,57
K_C [-]	0,11	0,11	0,11
T_{eC} [°C]	68,5	62,7	57,5
T_{mC} [°C]	65,6	60,1	55,2
T_{oC} [°C]	62,8	57,6	52,9
T_{sp} [°C]	45,9	45,9	45,9
P_{HC} [Pa]	0,5	0,5	0,4
P_{GC} [Pa]	0,0	0,0	-1,4
P_{RC} [Pa]	0,7	0,7	0,8

Caratteristiche condotto fumi e comignolo

CONDOTTO FUMI	
m_W [kg/s]	*0,02033*
R [J/(kgK)]	*288,35*
η [(N·s)/m²]	*0,000017*
λ [W/(mK)]	*0,025*
C_P [J/(kgK)]	*1,045*
ρ_m [kg/m³]	*0,619*
W_m [m/s]	*0,7*
P_r [-]	*7741*
R_e [-]	*0,039*
Ψ [-]	*0,033*
Ψ_{liscio} [-]	*26,41*
Nu [-]	*26,41*
α_i [W/(m²K)]	*4,00*
α_a [W/(m²K)]	*12,50*
k [W/(m²K)]	*2,55*
K [-]	*1,18*
T_e [°C]	*52,9*
T_m [°C]	*37,3*
T_o [°C]	*26,7*
T_{sp} [°C]	*45,9*
P_H [Pa]	*12,9*
P_G [Pa]	*0,0*
P_R [Pa]	*1,0*

COMIGNOLO	
m_W [kg/s]	*0,02033*
R [J/(kgK)]	*288,35*
η [(N·s)/m²]	*0,000016*
λ [W/(mK)]	*0,024*
C_P [J/(kgK)]	*1,084*
ρ_m [kg/m³]	*0,382*
W_m [m/s]	*0,7*
P_r [-]	*6387*
R_e [-]	*0,040*
Ψ [-]	*0,035*
Ψ_{liscio} [-]	*28,69*
Nu [-]	*28,69*
α_i [W/(m²K)]	*4,00*
α_a [W/(m²K)]	*23,00*
k [W/(m²K)]	*2,56*
K [-]	*0,09*
T_e [°C]	*26,7*
T_m [°C]	*26,1*
T_o [°C]	*25,6*
T_{sp} [°C]	*45,9*
P_H [Pa]	*0,4*
P_G [Pa]	*0,0*
P_R [Pa]	*0,1*

Legenda:

D dimensioni del condotto espresso in mm
%ub percentuale di esposizione del condotto rispetto al locale caldaia espressa in %
%uh percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni riscaldati espressa in %
%uu percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni non riscaldati espressa in %
%ul percentuale di esposizione del condotto rispetto all’esterno dell’edificio espressa in %
R_T resistenza termica media del condotto espressa in m² K / W
S_P spessore medio del condotto espresso in mm
r valore medio di rugosità della parete interna del condotto espressa in mm
L lunghezza del condotto espressa in m
H altezza efficace del condotto espressa in m
Z somma dei coefficienti di resistenza al flusso
P_{Zecc} pressione massima ammissibile dal condotto espressa in Pa

CASO E – apparecchio più vicino al camino acceso alla minima potenza

Caratteristiche canale da fumo

	Generatore 1	Generatore 2	Generatore 3
m_{Wc} [kg/s]	0,00001	0,00003	0,00686
R_V [J/(kgK)]	288,00	288,00	288,35
η_V [(N·s)/m²]	0,000016	0,000016	0,000017
λ_V [W/(mK)]	0,023	0,023	0,025
C_{PV} [J/(kgK)]	1005,00	1005,00	1064,49
ρ_{mV} [kg/m³]	1,128	1,129	1,038
W_{mV} [m/s]	0,002	0,005	1,315
Pr_V [-]	0,7	0,7	0,7
Re_V [-]	2300	2300	6488
Ψ_V [-]	0,057	0,057	0,048
$\Psi_{V,liscio}$ [-]	0,047	0,047	0,035
Nu_V [-]	9,53	9,53	28,08
α_{iV} [W/(m²K)]	4,00	4,00	8,73
α_{aV} [W/(m²K)]	8,00	8,00	8,00
k_V [W/(m²K)]	3,21	3,21	5,67
K_V [-]	80,18	29,50	0,20
T_{eV} [°C]	0,0	0,0	42,0
T_{mV} [°C]	14,8	14,5	39,5
T_{oV} [°C]	15,0	15,0	37,2
T_{sp} [°C]	8,3	8,3	45,8
P_{WOc} [Pa]	-0,4	-3,0	-1,0
P_{HV} [Pa]	0,0	0,0	0,5
P_{GV} [Pa]	0,0	0,0	-0,7
P_{RV} [Pa]	0,0	0,0	1,6

Caratteristiche collettore fumi

	Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3
m_{Wc} [kg/s]	*0,00001*	*0,00004*	*0,00689*
R_C [J/(kgK)]	*288,00*	*288,00*	*288,35*
η_C [(N·s)/m²]	*0,000016*	*0,000016*	*0,000017*
λ_C [W/(mK)]	*0,023*	*0,023*	*0,025*
C_{PC} [J/(kgK)]	*1012,17*	*1012,17*	*1063,61*
ρ_{mC} [kg/m³]	*1,127*	*1,127*	*1,052*
W_{mC} [m/s]	*0,001*	*0,003*	*0,580*
Pr_C [-]	*0,7*	*0,7*	*0,7*
Re_C [-]	*2300*	*2300*	*4398*
Ψ_C [-]	*0,054*	*0,054*	*0,047*
$\Psi_{C,liscio}$ [-]	*0,047*	*0,047*	*0,039*
Nu_C [-]	*9,66*	*9,66*	*19,05*
α_{iC} [W/(m²K)]	*4,00*	*4,00*	*4,00*
α_{aC} [W/(m²K)]	*8,00*	*8,00*	*8,00*
k_C [W/(m²K)]	*3,21*	*3,21*	*3,21*
K_C [-]	*119,32*	*32,09*	*0,16*
T_{eC} [°C]	*15,0*	*15,0*	*37,1*
T_{mC} [°C]	*15,0*	*15,0*	*35,4*
T_{oC} [°C]	*15,0*	*15,0*	*33,7*
T_{sp} [°C]	*8,3*	*8,3*	*45,7*
P_{HC} [Pa]	*0,0*	*0,0*	*0,2*
P_{GC} [Pa]	*0,0*	*0,2*	*-0,2*
P_{RC} [Pa]	*0,0*	*0,4*	*0,1*

Caratteristiche condotto fumi e comignolo

CONDOTTO FUMI	
m_W [kg/s]	0,00689
R [J/(kgK)]	288,35
η [(N·s)/m²]	0,000016
λ [W/(mK)]	0,024
C_P [J/(kgK)]	1,106
ρ_m [kg/m³]	0,199
W_m [m/s]	0,7
P_r [-]	2754
R_e [-]	0,049
Ψ [-]	0,045
Ψ_{liscio} [-]	9,74
Nu [-]	9,74
α_i [W/(m²K)]	4,00
α_a [W/(m²K)]	12,50
k [W/(m²K)]	2,55
K [-]	3,49
T_e [°C]	33,7
T_m [°C]	20,2
T_o [°C]	15,6
T_{sp} [°C]	45,7
P_H [Pa]	3,3
P_G [Pa]	0,0
P_R [Pa]	0,1

COMIGNOLO	
m_W [kg/s]	0,00689
R [J/(kgK)]	288,35
η [(N·s)/m²]	0,000016
λ [W/(mK)]	0,023
C_P [J/(kgK)]	1,124
ρ_m [kg/m³]	0,125
W_m [m/s]	0,7
P_r [-]	2300
R_e [-]	0,050
Ψ [-]	0,047
Ψ_{liscio} [-]	10,62
Nu [-]	10,62
α_i [W/(m²K)]	4,00
α_a [W/(m²K)]	23,00
k [W/(m²K)]	2,56
K [-]	0,27
T_e [°C]	15,6
T_m [°C]	15,5
T_o [°C]	15,4
T_{sp} [°C]	45,7
P_H [Pa]	0,0
P_G [Pa]	0,0
P_R [Pa]	0,0

Legenda:

D dimensioni del condotto espresso in mm
%ub percentuale di esposizione del condotto rispetto al locale caldaia espressa in %
%uh percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni riscaldati espressa in %
%uu percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni non riscaldati espressa in %
%ul percentuale di esposizione del condotto rispetto all’esterno dell’edificio espressa in %
R_T resistenza termica media del condotto espressa in m² K / W
S_P spessore medio del condotto espresso in mm
r valore medio di rugosità della parete interna del condotto espressa in mm
L lunghezza del condotto espressa in m
H altezza efficace del condotto espressa in m
Z somma dei coefficienti di resistenza al flusso
P_{Zecc} pressione massima ammissibile dal condotto espressa in Pa

CASO F – apparecchio più lontano dal camino acceso alla minima potenza

Caratteristiche canale da fumo

	Generatore 1	Generatore 2	Generatore 3
m_{Wc} [kg/s]	*0,00685*	*0,00001*	*0,00002*
R_V [J/(kgK)]	*288,35*	*288,00*	*288,00*
η_V [(N·s)/m²]	*0,000017*	*0,000016*	*0,000016*
λ_V [W/(mK)]	*0,025*	*0,023*	*0,023*
C_{PV} [J/(kgK)]	*1064,57*	*1005,00*	*1005,00*
ρ_{mV} [kg/m³]	*1,038*	*1,128*	*1,129*
W_{mV} [m/s]	*1,313*	*0,002*	*0,004*
Pr_V [-]	*0,7*	*0,7*	*0,7*
Re_V [-]	*6479*	*2300*	*2300*
Ψ_V [-]	*0,048*	*0,057*	*0,057*
$\Psi_{V,liscio}$ [-]	*0,035*	*0,047*	*0,047*
Nu_V [-]	*28,04*	*9,53*	*9,53*
α_{iV} [W/(m²K)]	*8,72*	*4,00*	*4,00*
α_{aV} [W/(m²K)]	*8,00*	*8,00*	*8,00*
k_V [W/(m²K)]	*5,67*	*3,21*	*3,21*
K_V [-]	*0,20*	*80,18*	*32,98*
T_{eV} [°C]	*42,0*	*0,0*	*0,0*
T_{mV} [°C]	*39,5*	*14,8*	*14,5*
T_{oV} [°C]	*37,2*	*15,0*	*15,0*
T_{sp} [°C]	*45,8*	*8,3*	*8,3*
P_{WOc} [Pa]	*-0,3*	*-0,4*	*-2,4*
P_{HV} [Pa]	*0,5*	*0,0*	*0,0*
P_{GV} [Pa]	*-0,7*	*0,2*	*0,2*
P_{RV} [Pa]	*1,5*	*0,0*	*0,1*

Caratteristiche collettore fumi

	Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3
m_{Wc} [kg/s]	0,00685	0,00686	0,00688
R_C [J/(kgK)]	288,35	288,35	288,35
η_C [(N·s)/m²]	0,000017	0,000016	0,000016
λ_C [W/(mK)]	0,025	0,024	0,024
C_{PC} [J/(kgK)]	1063,97	1063,44	1062,87
ρ_{mC} [kg/m³]	1,051	1,062	1,071
W_{mC} [m/s]	0,576	0,571	0,568
Pr_C [-]	0,7	0,7	0,7
Re_C [-]	4367	4412	4461
Ψ_C [-]	0,047	0,047	0,047
$\Psi_{C,liscio}$ [-]	0,039	0,039	0,039
Nu_C [-]	18,92	19,10	19,30
α_{iC} [W/(m²K)]	4,00	4,00	4,00
α_{aC} [W/(m²K)]	8,00	8,00	8,00
k_C [W/(m²K)]	3,21	3,21	3,21
K_C [-]	0,17	0,17	0,17
T_{eC} [°C]	37,2	33,8	30,9
T_{mC} [°C]	35,5	32,3	29,6
T_{oC} [°C]	33,8	30,9	28,5
T_{sp} [°C]	45,8	45,8	45,7
P_{HC} [Pa]	0,2	0,2	0,2
P_{GC} [Pa]	0,0	0,0	-0,2
P_{RC} [Pa]	0,1	0,1	0,1

Caratteristiche condotto fumi e comignolo

CONDOTTO FUMI		COMIGNOLO	
m_W [kg/s]	*0,00688*	m_W [kg/s]	*0,00688*
R [J/(kgK)]	*288,35*	R [J/(kgK)]	*288,35*
η [(N·s)/m²]	*0,000016*	η [(N·s)/m²]	*0,000016*
λ [W/(mK)]	*0,024*	λ [W/(mK)]	*0,023*
C_P [J/(kgK)]	*1,111*	C_P [J/(kgK)]	*1,124*
ρ_m [kg/m³]	*0,197*	ρ_m [kg/m³]	*0,125*
W_m [m/s]	*0,7*	W_m [m/s]	*0,7*
P_r [-]	*2761*	P_r [-]	*2300*
R_e [-]	*0,049*	R_e [-]	*0,050*
Ψ [-]	*0,045*	Ψ [-]	*0,047*
Ψ_{liscio} [-]	*9,76*	Ψ_{liscio} [-]	*10,62*
Nu [-]	*9,76*	Nu [-]	*10,62*
α_i [W/(m²K)]	*4,00*	α_i [W/(m²K)]	*4,00*
α_a [W/(m²K)]	*12,50*	α_a [W/(m²K)]	*23,00*
k [W/(m²K)]	*2,55*	k [W/(m²K)]	*2,56*
K [-]	*3,50*	K [-]	*0,27*
T_e [°C]	*28,5*	T_e [°C]	*15,4*
T_m [°C]	*18,7*	T_m [°C]	*15,4*
T_o [°C]	*15,4*	T_o [°C]	*15,3*
T_{sp} [°C]	*45,7*	T_{sp} [°C]	*45,7*
P_H [Pa]	*2,5*	P_H [Pa]	*0,0*
P_G [Pa]	*0,0*	P_G [Pa]	*0,0*
P_R [Pa]	*0,1*	P_R [Pa]	*0,0*

Legenda:

D dimensioni del condotto espresso in mm
%ub percentuale di esposizione del condotto rispetto al locale caldaia espressa in %
%uh percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni riscaldati espressa in %
%uu percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni non riscaldati espressa in %
%ul percentuale di esposizione del condotto rispetto all’esterno dell’edificio espressa in %
R_T resistenza termica media del condotto espressa in m² K / W
S_P spessore medio del condotto espresso in mm
r valore medio di rugosità della parete interna del condotto espressa in mm
L lunghezza del condotto espressa in m
H altezza efficace del condotto espressa in m
Z somma dei coefficienti di resistenza al flusso
P_{Zecc} pressione massima ammissibile dal condotto espressa in Pa

CASO G – tutti gli apparecchi accesi alla potenza minima - Temperatura esterna minima

Caratteristiche canale da fumo

	Generatore 1	Generatore 2	Generatore 3
m_{Wc} [kg/s]	0,00708	0,00708	0,00709
R_V [J/(kgK)]	288,34	288,34	288,34
η_V [(N·s)/m²]	0,000017	0,000017	0,000017
λ_V [W/(mK)]	0,025	0,025	0,025
C_{PV} [J/(kgK)]	1062,98	1062,99	1062,92
ρ_{mV} [kg/m³]	1,033	1,033	1,033
W_{mV} [m/s]	1,365	1,364	1,366
Pr_V [-]	0,7	0,7	0,7
Re_V [-]	6687	6686	6696
Ψ_V [-]	0,048	0,048	0,048
$\Psi_{V,liscio}$ [-]	0,034	0,034	0,034
Nu_V [-]	28,91	28,91	28,95
α_{iV} [W/(m²K)]	9,00	9,00	9,01
α_{aV} [W/(m²K)]	8,00	8,00	8,00
k_V [W/(m²K)]	4,26	4,26	4,27
K_V [-]	0,14	0,14	0,14
T_{eV} [°C]	42,0	42,0	42,0
T_{mV} [°C]	40,2	40,2	40,2
T_{oV} [°C]	38,4	38,4	38,4
T_{sp} [°C]	45,2	45,3	45,2
P_{WOc} [Pa]	-17,6	-17,5	-18,3
P_{HV} [Pa]	1,1	1,1	1,1
P_{GV} [Pa]	-0,8	-0,2	0,7
P_{RV} [Pa]	1,3	1,9	2,6

Caratteristiche collettore fumi

	Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3
m_{Wc} [kg/s]	0,00708	0,01416	0,02124
R_C [J/(kgK)]	288,34	288,34	288,34
η_C [(N·s)/m²]	0,000017	0,000017	0,000017
λ_C [W/(mK)]	0,025	0,025	0,025
C_{PC} [J/(kgK)]	1062,51	1062,36	1062,25
ρ_{mC} [kg/m³]	1,043	1,047	1,049
W_{mC} [m/s]	0,600	1,196	1,792
Pr_C [-]	0,7	0,7	0,7
Re_C [-]	4498	9020	13560
Ψ_C [-]	0,047	0,042	0,040
$\Psi_{C,liscio}$ [-]	0,039	0,032	0,029
Nu_C [-]	19,46	38,11	56,16
α_{iC} [W/(m²K)]	4,01	7,82	11,51
α_{aC} [W/(m²K)]	8,00	8,00	8,00
k_C [W/(m²K)]	2,68	3,97	4,74
K_C [-]	0,13	0,10	0,08
T_{eC} [°C]	38,4	36,9	36,1
T_{mC} [°C]	36,9	35,9	35,2
T_{oC} [°C]	35,5	34,9	34,5
T_{sp} [°C]	45,2	45,3	45,2
P_{HC} [Pa]	0,5	0,5	0,5
P_{GC} [Pa]	0,6	0,9	-1,5
P_{RC} [Pa]	1,1	2,0	0,5

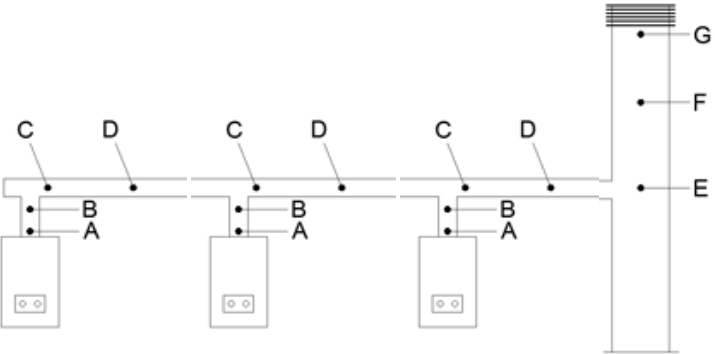
Caratteristiche condotto fumi e comignolo

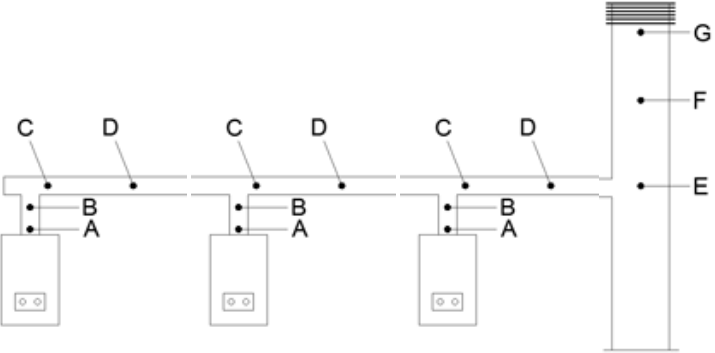
CONDOTTO FUMI	
m_W [kg/s]	*0,02124*
R [J/(kgK)]	*288,34*
η [(N·s)/m²]	*0,000016*
λ [W/(mK)]	*0,024*
C_P [J/(kgK)]	*1,077*
ρ_m [kg/m³]	*0,628*
W_m [m/s]	*0,7*
P_r [-]	*8321*
R_e [-]	*0,039*
Ψ [-]	*0,032*
Ψ_{liscio} [-]	*28,19*
Nu [-]	*28,19*
α_i [W/(m²K)]	*4,00*
α_a [W/(m²K)]	*12,50*
k [W/(m²K)]	*1,87*
K [-]	*0,83*
T_e [°C]	*34,5*
T_m [°C]	*27,2*
T_o [°C]	*21,6*
T_{sp} [°C]	*45,2*
P_H [Pa]	*21,2*
P_G [Pa]	*0,0*
P_R [Pa]	*0,9*

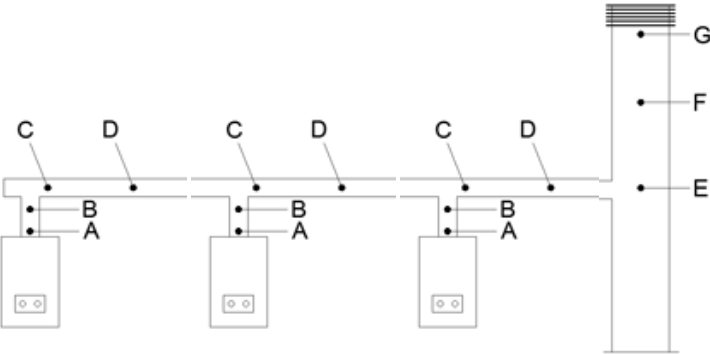
COMIGNOLO	
m_W [kg/s]	*0,02124*
R [J/(kgK)]	*288,34*
η [(N·s)/m²]	*0,000016*
λ [W/(mK)]	*0,024*
C_P [J/(kgK)]	*1,101*
ρ_m [kg/m³]	*0,393*
W_m [m/s]	*0,7*
P_r [-]	*6780*
R_e [-]	*0,039*
Ψ [-]	*0,034*
Ψ_{liscio} [-]	*30,26*
Nu [-]	*30,26*
α_i [W/(m²K)]	*4,00*
α_a [W/(m²K)]	*23,00*
k [W/(m²K)]	*1,88*
K [-]	*0,07*
T_e [°C]	*21,6*
T_m [°C]	*20,7*
T_o [°C]	*19,9*
T_{sp} [°C]	*45,2*
P_H [Pa]	*1,1*
P_G [Pa]	*0,0*
P_R [Pa]	*0,1*

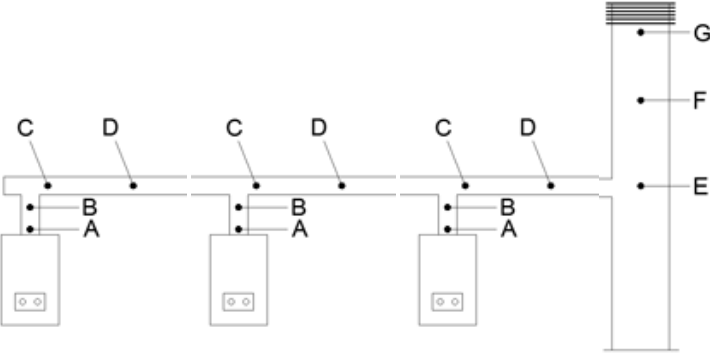
Legenda:

D dimensioni del condotto espresso in mm
%ub percentuale di esposizione del condotto rispetto al locale caldaia espressa in %
%uh percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni riscaldati espressa in %
%uu percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni non riscaldati espressa in %
%ul percentuale di esposizione del condotto rispetto all’esterno dell’edificio espressa in %
R_T resistenza termica media del condotto espressa in m² K / W
S_P spessore medio del condotto espresso in mm
r valore medio di rugosità della parete interna del condotto espressa in mm
L lunghezza del condotto espressa in m
H altezza efficace del condotto espressa in m
Z somma dei coefficienti di resistenza al flusso
P_{Zecc} pressione massima ammissibile dal condotto espressa in Pa

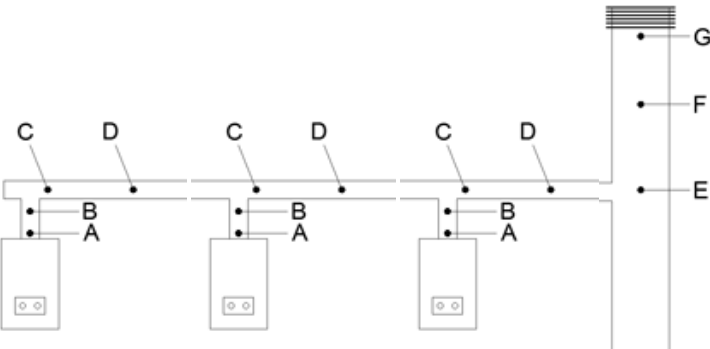
RISULTATI DI CALCOLO (RIASSUNTO)

Legenda punti di misurazione

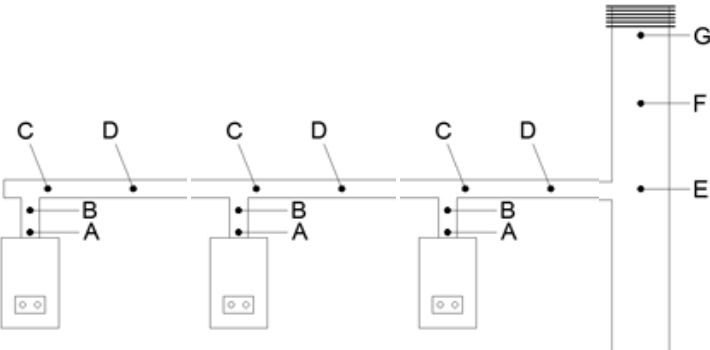
A: Valori all'ingresso del canale da fumo
B: Valori medi del canale da fumo
C: Valori all'ingresso del collettore fumi
D: Valori medi del collettore fumi
E: Valori all'ingresso del condotto fumi
F: Valori medi del condotto fumi
G: Valori all'uscita del condotto fumi

Caso A – tutti gli apparecchi accesi alla potenza massima

		Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3	
TEMPERATURA ESTERNA MASSIMA	Pressioni [Pa]	A: ***35,1*** B: ***-*** C: ***9,6*** D: ***-***	A: ***31,2*** B: ***-*** C: ***18,2*** D: ***-***	A: ***20,2*** B: ***-*** C: ***6,0*** D: ***-***	E: ***-11,4*** F: ***-*** G: ***-***
	Temp. [Pa]	A: ***75,0*** B: ***71,6*** C: ***68,3*** D: ***65,3***	A: ***75,0*** B: ***71,6*** C: ***65,4*** D: ***63,3***	A: ***75,0*** B: ***71,6*** C: ***63,8*** D: ***62,2***	E: ***60,7*** F: ***49,0*** G: ***23,7***
	Velocità [m/s]	A: ***-*** B: ***4,000*** C: ***-*** D: ***1,745***	A: ***-*** B: ***4,037*** C: ***-*** D: ***3,487***	A: ***-*** B: ***4,137*** C: ***-*** D: ***5,264***	E: ***-*** F: ***1,820*** G: ***-***

Caso B – tutti gli apparecchi accesi alla potenza minima

		Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3	
TEMPERATURA ESTERNA MASSIMA	Pressioni [Pa]	A: ***0,5*** B: ***-*** C: ***1,0*** D: ***-***	A: ***0,2*** B: ***-*** C: ***2,0*** D: ***-***	A: ***-1,0*** B: ***-*** C: ***0,6*** D: ***-***	E: ***-5,3*** F: ***-*** G: ***-***
	Temp. [Pa]	A: ***42,0*** B: ***39,5*** C: ***37,2*** D: ***35,5***	A: ***42,0*** B: ***39,5*** C: ***35,5*** D: ***34,2***	A: ***42,0*** B: ***39,5*** C: ***34,4*** D: ***33,3***	E: ***32,3*** F: ***25,2*** G: ***7,7***
	Velocità [m/s]	A: ***-*** B: ***1,311*** C: ***-*** D: ***0,575***	A: ***-*** B: ***1,312*** C: ***-*** D: ***1,146***	A: ***-*** B: ***1,315*** C: ***-*** D: ***1,716***	E: ***-*** F: ***0,601*** G: ***-***

Caso C – apparecchio più vicino al camino acceso alla massima potenza

		Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3	
TEMPERATURA ESTERNA MASSIMA	Pressioni [Pa]	A: ***-0,4*** B: ***-*** C: ***0,0*** D: ***-***	A: ***-11,2*** B: ***-*** C: ***3,8*** D: ***-***	A: ***-0,1*** B: ***-*** C: ***0,3*** D: ***-***	E: ***-14,9*** F: ***-*** G: ***-***
	Temp. [Pa]	A: ***0,0*** B: ***14,8*** C: ***15,0*** D: ***15,0***	A: ***0,0*** B: ***14,0*** C: ***15,0*** D: ***15,0***	A: ***75,0*** B: ***71,7*** C: ***68,4*** D: ***65,5***	E: ***62,7*** F: ***43,1*** G: ***12,3***
	Velocità [m/s]	A: ***-*** B: ***0,002*** C: ***-*** D: ***0,001***	A: ***-*** B: ***0,009*** C: ***-*** D: ***0,005***	A: ***-*** B: ***4,317*** C: ***-*** D: ***1,890***	E: ***-*** F: ***0,635*** G: ***-***

Caso D – apparecchio più lontano dal camino acceso alla massima potenza

		Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3	
TEMPERATURA ESTERNA MASSIMA	Pressioni [Pa]	A: ***3,3*** B: ***-*** C: ***0,2*** D: ***-***	A: ***-0,4*** B: ***-*** C: ***0,3*** D: ***-***	A: ***-11,3*** B: ***-*** C: ***0,4*** D: ***-***	E: ***-11,9*** F: ***-*** G: ***-***
	Temp. [Pa]	A: ***75,0*** B: ***71,7*** C: ***68,5*** D: ***65,6***	A: ***0,0*** B: ***14,8*** C: ***62,7*** D: ***60,1***	A: ***0,0*** B: ***14,0*** C: ***57,5*** D: ***55,2***	E: ***52,9*** F: ***37,3*** G: ***10,8***
	Velocità [m/s]	A: ***-*** B: ***4,287*** C: ***-*** D: ***1,872***	A: ***-*** B: ***0,002*** C: ***-*** D: ***1,842***	A: ***-*** B: ***0,009*** C: ***-*** D: ***1,820***	E: ***-*** F: ***0,619*** G: ***-***

Caso E – apparecchio più vicino al camino acceso alla minima potenza

		Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3	
TEMPERATURA ESTERNA MASSIMA	Pressioni [Pa]	A: ***-0,4*** B: ***-*** C: ***0,0*** D: ***-***	A: ***-3,0*** B: ***-*** C: ***0,4*** D: ***-***	A: ***-1,0*** B: ***-*** C: ***-0,1*** D: ***-***	E: ***-3,2*** F: ***-*** G: ***-***
	Temp. [Pa]	A: ***0,0*** B: ***14,8*** C: ***15,0*** D: ***15,0***	A: ***0,0*** B: ***14,5*** C: ***15,0*** D: ***15,0***	A: ***42,0*** B: ***39,5*** C: ***37,1*** D: ***35,4***	E: ***33,7*** F: ***20,2*** G: ***5,4***
	Velocità [m/s]	A: ***-*** B: ***0,002*** C: ***-*** D: ***0,001***	A: ***-*** B: ***0,005*** C: ***-*** D: ***0,003***	A: ***-*** B: ***1,315*** C: ***-*** D: ***0,580***	E: ***-*** F: ***0,199*** G: ***-***

Caso F – apparecchio più lontano dal camino acceso alla minima potenza

		Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3	
TEMPERATURA ESTERNA MASSIMA	**Pressioni [Pa]**	A: ***-0,3*** B: ***-*** C: ***-0,1*** D: ***-***	A: ***-0,4*** B: ***-*** C: ***-0,1*** D: ***-***	A: ***-2,4*** B: ***-*** C: ***-0,1*** D: ***-***	E: ***-2,3*** F: ***-*** G: ***-***
	Temp. [Pa]	A: ***42,0*** B: ***39,5*** C: ***37,2*** D: ***35,5***	A: ***0,0*** B: ***14,8*** C: ***33,8*** D: ***32,3***	A: ***0,0*** B: ***14,5*** C: ***30,9*** D: ***29,6***	E: ***28,5*** F: ***18,7*** G: ***5,3***
	Velocità [m/s]	A: ***-*** B: ***1,313*** C: ***-*** D: ***0,576***	A: ***-*** B: ***0,002*** C: ***-*** D: ***0,571***	A: ***-*** B: ***0,004*** C: ***-*** D: ***0,568***	E: ***-*** F: ***0,197*** G: ***-***

Caso G – tutti gli apparecchi accesi alla potenza minima - Temperatura esterna minima

		Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3	
TEMPERATURA ESTERNA MINIMA	**Pressioni [Pa]**	A: ***-17,6*** B: ***-*** C: ***0,6*** D: ***-***	A: ***-17,5*** B: ***-*** C: ***1,5*** D: ***-***	A: ***-18,3*** B: ***-*** C: ***0,0*** D: ***-***	E: ***-20,3*** F: ***-*** G: ***-***
	Temp. [Pa]	A: ***42,0*** B: ***40,2*** C: ***38,4*** D: ***36,9***	A: ***42,0*** B: ***40,2*** C: ***36,9*** D: ***35,9***	A: ***42,0*** B: ***40,2*** C: ***36,1*** D: ***35,2***	E: ***34,5*** F: ***27,2*** G: ***7,7***
	Velocità [m/s]	A: ***-*** B: ***1,365*** C: ***-*** D: ***0,600***	A: ***-*** B: ***1,364*** C: ***-*** D: ***1,196***	A: ***-*** B: ***1,366*** C: ***-*** D: ***1,792***	E: ***-*** F: ***0,628*** G: ***-***

VERIFICHE FINALI

Requisito di portata massica

n. apparecchio	Condizioni di lavoro	m_{Wc}		m_W	u.m.	Verifica
1	CASO A	***0,01891***	≥	***0,01580***	kg/s	***SI***
	CASO B	***0,00683***	≥	***0,00530***	kg/s	***SI***
	CASO C	***0,00001***	≥	***0.0***	kg/s	***SI***
	CASO D	***0,02026***	≥	***0,01580***	kg/s	***SI***
	CASO E	***0,00001***	≥	***0.0***	kg/s	***SI***
	CASO F	***0,00685***	≥	***0,00530***	kg/s	***SI***
2	CASO A	***0,01908***	≥	***0,01580***	kg/s	***SI***
	CASO B	***0,00684***	≥	***0,00530***	kg/s	***SI***
	CASO C	***0,00005***	≥	***0.0***	kg/s	***SI***
	CASO D	***0,00001***	≥	***0.0***	kg/s	***SI***
	CASO E	***0,00003***	≥	***0.0***	kg/s	***SI***
	CASO F	***0,00001***	≥	***0.0***	kg/s	***SI***
3	CASO A	***0,01956***	≥	***0,01580***	kg/s	***SI***
	CASO B	***0,00686***	≥	***0,00530***	kg/s	***SI***
	CASO C	***0,02040***	≥	***0,01580***	kg/s	***SI***
	CASO D	***0,00005***	≥	***0.0***	kg/s	***SI***
	CASO E	***0,00686***	≥	***0,00530***	kg/s	***SI***
	CASO F	***0,00002***	≥	***0.0***	kg/s	***SI***

Requisito di pressione

n. apparecchio	Condizioni di lavoro	P_{ZOC}		$P_{ZCeccesso}$	u.m.	Verifica
1	CASO A	*22,5*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO B	*-1,8*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO C	*-11,2*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO D	*-11,3*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO E	*-3,0*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO F	*-2,7*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
2	CASO A	*12,8*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO B	*-2,8*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO C	*-11,2*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO D	*-11,5*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO E	*-3,0*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO F	*-2,5*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
3	CASO A	*-5,3*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO B	*-4,8*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO C	*-15,0*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO D	*-11,8*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO E	*-3,4*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO F	*-2,4*	≤	*40,0*	Pa	*SI*

n. apparecchio	Condizioni di lavoro	$P_{ZOC}+P_V$		$P_{ZVeccesso}$	u.m.	Verifica
1	CASO A	*33,9*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO B	*-0,8*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO C	*-11,2*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO D	*2,0*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO E	*-3,0*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO F	*-1,6*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
2	CASO A	*30,0*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO B	*-1,1*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO C	*-11,2*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO D	*-11,1*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO E	*-3,0*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO F	*-2,5*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
3	CASO A	*19,0*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO B	*-2,3*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO C	*-1,4*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO D	*-11,3*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO E	*-2,3*	≤	*40,0*	Pa	*SI*
	CASO F	*-2,4*	≤	*40,0*	Pa	*SI*

Requisito di temperatura

n. apparecchio	Condizioni di lavoro	T_{iob}		T_g	u.m.	Verifica
1	CASO G	**-**	≥	**-**	°C	**-**
2	CASO G	**-**	≥	**-**	°C	**-**
3	CASO G	***7,7***	≥	***0,0***	°C	***SI***

Legenda simboli

m_{Wc} portata massica calcolata dei prodotti della combustione espressa in kg/s
m_W portata massica dichiarata dei prodotti della combustione espressa in kg/s
P_{ZC} tiraggio all'ingresso dei prodotti della combustione nel collettore espressa in Pa
P_{Bc} resistenza alla pressione dell'aria comburente espressa in Pa
P_{ZCmax} tiraggio massimo all'ingresso dei prodotti della combustione nel collettore espressa in Pa
P_{ZeCmax} tiraggio massimo consentito all'ingresso dei prodotti della combustione nel collettore espressa in Pa
P_{ZOC} pressione positiva massima all'entrata dei prodotti della combustione nel collettore espressa in Pa
P_V resistenza alla pressione calcolata nel canale da fumo relativo al segmento di collettore espressa in Pa
P_{ZCecc} pressione massima ammessa dalla designazione del collettore espressa in Pa
P_{ZVecc} pressione massima ammessa dalla designazione del canale da fumo espressa in Pa
P_{ZOCmin} pressione positiva minima all'ingresso dei prodotti della combustione nel collettore espressa in Pa
$P_{ZOCemin}$ pressione differenziale minima all'entrata dei prodotti della combustione nel collettore espressa in Pa
T_{iob} temperatura della parete interna allo sbocco del camino in equilibrio termico espressa in °C
T_g temperatura limite espressa in °C

Legenda condizioni di lavoro ipotizzate con temperatura esterna massima

CASO A: tutti gli apparecchi accesi alla potenza massima
CASO B: tutti gli apparecchi accesi alla potenza minima
CASO C: apparecchio più vicino al camino acceso alla massima potenza
CASO D: apparecchio più vicino al camino acceso alla minima potenza
CASO E: apparecchio più lontano dal camino acceso alla massima potenza
CASO F: apparecchio più lontano dal camino acceso alla minima potenza

Legenda condizioni di lavoro ipotizzate con temperatura esterna minima

CASO G: tutti gli apparecchi accesi alla potenza minima